

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

[TITLE OF THE INVENTION]

LAMINATED PIEZOELECTRIC DISPLACEMENT ELEMENT AND  
INK-JET PRINT HEAD

[WHAT IS CLAIMED IS:]

[Claim 1] A laminated piezoelectric displacement element  
where at least piezoelectric material and an electrode  
are alternately laminated, wherein:

the outside layer is thicker than the internal  
layer of the laminated piezoelectric displacement  
element.

[Claim 2] A laminated piezoelectric displacement element  
according to Claim 1, wherein:

an electrode is also provided to the end face  
of the outside layer in parallel to the internal layer  
so that an electric field is also applied to the outside  
layer and the outside layer is also displaced.

[Claim 3] An ink-jet print head where a piezoelectric  
element is arranged corresponding to a nozzle aperture  
and ink is discharged outside via the nozzle aperture  
according to a driving signal to the piezoelectric element,  
wherein:

the piezoelectric element is a laminated  
piezoelectric displacement element in which at least

piezoelectric material and an electrode are alternately laminated; and

the outside layer is thicker than the internal layer of the laminated piezoelectric displacement element.

[Claim 4] An ink-jet print head according to Claim 3, wherein:

an electrode is also provided to the end face of an outside layer in parallel to an internal electrode in the laminated piezoelectric displacement element used for the ink-jet print head so that an electric field is also applied to the outside layer and the outside layer is also displaced.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-198860

(43)公開日 平成5年(1993)8月6日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H 0 1 L 41/09

B 4 1 J 2/045

2/055

9274-4M

9012-2C

H 0 1 L 41/ 08

B 4 1 J 3/ 04

S

1 0 3 A

審査請求 未請求 請求項の数4(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-8517

(22)出願日 平成4年(1992)1月21日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 宮澤 久

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72)発明者 阿部 知明

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(72)発明者 米窪 周二

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ

ーエプソン株式会社内

(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外1名)

最終頁に続く

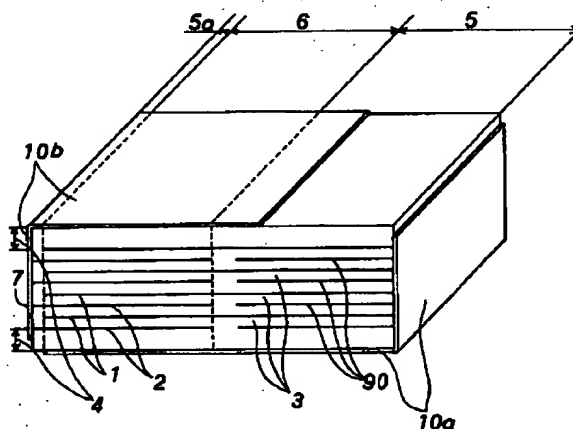
(54)【発明の名称】 積層形圧電変位素子及びインクジェット式印字ヘッド

(57)【要約】

【目的】 単一方向に指向性のある変位が得られ、加工の際に最外層に欠けが入ることが少ないので高密度化のために薄く切断することが可能であり、低電圧で必要な変位量を得、歪の少ない変位が得ること。

【構成】 一方の電極を構成する導電層1と、他方の電極を構成する導電層2とが、互いに平行になるように交互に圧電体3をサンドイッチ状に配設する。前記各導電層1、2に挟まれた部位が活性部6であり、挟まれない部位5、5aが不活性部である。最外層4は内部層(導電層1、2間)より厚く、最外層4にも電界が加わり変位をするように、導電層1、2と平行に最外電極10b、10aを最外層端面に構成する。

1: 導電層  
2: 導電層  
3: 圧電体  
4: 最外層  
5: 不活性部  
5a: 不活性部  
6: 活性部  
7: 変位方向の端面  
10a: 最外電極  
10b: 最外電極  
90: ダミー電極層



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも圧電体と電極とが交互に積層された積層形圧電変位素子であって、前記積層形圧電変位素子の内部層より最外層が厚いことを特徴とする積層形圧電変位素子。

【請求項2】 前記積層形圧電変位素子において、最外層にも電界が加わり最外層も変位をするように、内部電極と平行に最外層端面にも電極を構成したことを特徴とする請求項1記載の積層形圧電変位素子。

【請求項3】 ノズル開口に対応させて圧電素子が配置され、圧電素子への駆動信号によりインクがノズル開口から外部に放出されるようにしたインクジェット式印字ヘッドにおいて、前記圧電素子が少なくとも圧電体と電極とが交互に積層された積層形圧電変位素子であって、前記積層形圧電変位素子の内部層より最外層が厚いことを特徴とするインクジェット式印字ヘッド。

【請求項4】 前記インクジェット式印字ヘッドに用いる前記積層形圧電変位素子において、最外層にも電界が加わり最外層も変位をするように、内部電極と平行に最外層端面にも電極を構成したことを特徴とする請求項3記載のインクジェット式印字ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、インクジェットプリンターの印字ヘッドなどに用いられる積層形圧電変位素子およびそれを用いたインクジェット印字ヘッドに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のインクジェット式印字ヘッドは、特公昭60-8953号公報に示されたように、インクタンクを構成する容器の壁面に複数のノズル開口を形成すると共に、各ノズル開口と対向するように伸縮方向を一致させて圧電素子を配設して構成されている。この印字ヘッドは、駆動信号を圧電素子に印加して圧電素子を伸縮させ、この時に発生するインクの動圧によりインク滴をノズル開口から吐出させて印刷用紙にドットを形成するものである。

【0003】 このような形式の印字ヘッドに於いては、液滴の形成効率や飛翔力が大きいことが望ましい。しかしながら、圧電素子の単位長さ、及び単位電圧当りの伸縮率は極めて小さいため、印字に要求される飛翔力を得るには高い電圧を印加することが必要となり、駆動回路や電気絶縁対策が複雑化するという問題がある。

【0004】 このような問題を解決するため、特開昭63-295269号公報に示されているように、電極と圧電材料とを交互にサンドイッチ状に積層したインクジェット印字ヘッド用の積層形圧電変位素子が提案されている。この積層形圧電変位素子によれば電極間距離を可及的に小さくすることが出来るため、駆動信号の電圧を下げる事が出来るという効果がある。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような積層形圧電変位素子は小型に成形することが困難であり、その用途が限定されるという問題がある。

【0006】 本発明の目的は、動作効率がよく、信頼性の高い積層形圧電変位素子を提供すること及び、圧電素子を容易に小型化することのできるインクジェット式印字ヘッドを提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 少なくとも圧電体と電極とが交互に積層された積層形圧電変位素子であって、前記積層形圧電変位素子の内部層より最外層が厚いことを特徴とする。

【0008】 さらに前記積層形圧電変位素子において、最外層にも電界が加わり最外層も変位をするように、内部電極と平行に最外層端面にも電極を構成したことを特徴とする。

【0009】 ノズル開口に対応させて圧電素子が配置され、圧電素子への駆動信号によりインクがノズル開口から外部に放出されるようにしたインクジェット式印字ヘッドにおいて、前記圧電素子が少なくとも圧電体と電極とが交互に積層された積層形圧電変位素子であって、前記積層形圧電変位素子の内部層より最外層が厚いことを特徴とする。

【0010】 さらに前記インクジェット式印字ヘッドに用いる前記積層形圧電変位素子において、最外層にも電界が加わり最外層も変位をするように、内部電極と平行に最外層端面にも電極を構成したことを特徴とする。

## 【0011】

【実施例】 図1は、本発明の積層形圧電変位素子の一実施例を示す斜視図である。図中1は、それぞれ一方の電極を構成する導電層である。2は、他方の電極を構成する導電層で、各導電層は互いに平行となるように交互に圧電体3例えばチタン酸・ジルコン酸鉛系複合ペロブスカイトセラミックス内にサンドイッチ状に配置されている。この導電層1、2に挟まれている部位が内部層である。90はダミー電極層であり、積層形圧電変位素子を変位させる電界を発生させることはなく、積層形圧電変位素子を製造するときに、活性部6と不活性部5の層数を同じにし、反りなどの歪みを防止するために必要である。また、一方の電極となる導電層1およびダミー電極層90は最外電極10aにつながっていて、他方の電極となる導電層2は他方の最外電極10bにつながるように構成されている。最外電極10a、10bが正または負となり、それにとまって導電層1、2は電氣的に並列となる。不活性部5は固定するとき必要であり、その長さは固定条件によって決まる。活性部6は電界が加わり実際に変位方向の端面7方向に変位をする部位である。不活性部5aは導電層1と最外電極10bがつかないようにするために必要である。最外層4は内部層

よりも厚くなっていて、両側対称の厚みとなるように構成されている。この最外層4が従来よりも厚いことで、ガイドとなり単一方向に指向性のある変位が得られるようになり、さらにはダイシングやワイヤーソーによる切断加工時の欠けが少なくなった。しかし、あまり厚いとガイドとしての効果も切断加工時の欠けが少なくなるという効果も高まるが、内部層を拘束してしまい変位量が減るため、必要な変位量を得るためには高電圧が必要になる。実験によると、内部層の約2倍が適当と言える。

【0012】図2は図1の積層形圧電変位素子に、内部電極と平行に最外層端面にも電極を構成した実施例を示す斜視図である。このとき少なくとも活性部6で最外層4が、最外電極10aと導電層2もしくは最外電極10bと導電層1に挟まれるように構成されている。このため最外層にも電界が加わり最外層も変位をするので、低電圧で必要な変位量が得られ、歪の少ない変位が得られるようになる。

【0013】図2では積層数が奇数であるために、最外層4は最外電極10aと導電層2もしくは最外電極10bと導電層1に挟まれるように構成した。しかし図3のように積層数が偶数となると、少なくとも活性部6で両最外層4が、最外電極10bと導電層2に挟まれるように構成することができる。同様に層数によって、両最外層4が、最外電極10aと導電層1に挟まれるように構成することもできる。最外電極10a、10bは金や銅などを蒸着などにより形成したもので、導通も良く加工時の欠けも少なく、高密度化のために薄く切断することが可能になる。最外電極10a、10bをメッキなど厚いものにより形成すると、切断加工時に引きずられて欠けたりバリが出ることが多かった。積層形圧電変位素子との密着力を上げるために、まずニッケル・クロムを約0.125 $\mu$ m蒸着し、その上にシート抵抗が1 $\Omega$ 以下になるだけの金を蒸着する。銅の蒸着には、ニッケル・クロムの代わりにクロムを用いる。金及び銅の厚みは、抵抗値を下げるためにあまり厚くすると、メッキなどと同様に加工時の欠けやバリが多くなった。約0.5 $\mu$ m位が適当と思われる。

【0014】図4(a)のように、このような積層形圧電変位素子ブロック20を基台8と接着する。こうして接合した積層形圧電変位素子ブロック20を所定の幅で切断し、一定間隔で配列して図4(b)のように積層形圧電変位素子列21を構成する。図4(a)、(b)で積層形圧電変位素子の固定状態は片持ちばりの状態となっている。従って切断加工時にたわみ易く、最外層4は欠け易いのでそれに耐えられるだけの強度が必要なのである。そして、最外電極10aには独立のリード部材32を接続し、最外電極10bには共通のリード部材31を接続する。なお、この図4(a)で独立のリード部材32は最外電極10aに直接接合されているが、基台8に配線をし、積層形圧電変位素子ブロック20と基台8

の間の接着剤に導電性の物を用いたり、接着剤を薄くして圧着し導通が取れるようにすれば、独立のリード部材32は基台8と接合すればよく、積層形圧電変位素子と直接接合しようとして積層形圧電変位素子を倒したり傷を付けたりすることもなく、作業性も大変よくなった。また最外電極10bは最外層端面に電極がなければ、変位方向の端面7に共通のリード部材31を接続することになる。この変位方向の端面7には図6のようにバネ板材45が接着されるところであり、リード部材31を接続するのに適していない。さらに言うならば、積層形圧電変位素子が実際に変位をする活性部6に共通のリード部材を接続すると、変位を阻害するために接続には適していない。これを逃れるために、最外電極10bを不活性部5の部分まで延ばし、不活性部5で接続を行う。

【0015】さて、図5を用いて積層形圧電変位素子の動作を説明する。図5(a)のように充電のスイッチ61を入れると、活性部6の導電層1、2間、最外電極10aと導電層2の間、最外電極10bと導電層1の間それぞれに電界が加わる。すると、活性部6の圧電体3が矢印51の方向に縮む。図5(b)のように放電のスイッチ62を入れると、電極間の電界が解除され活性部6の圧電体3は矢印52の方向に伸び、電界を加える前の長さに戻る。

【0016】一方従来の技術では、図6(a)のように導電層71、72が平行になるように交互に圧電体73内にサンドイッチ状に配置されているのは、同様である。しかし、最外層74はだいたい内部電極間と同じぐらいである。さらには、最外電極80(a)、80(b)は最外層端面には構成されていない。

【0017】このような積層形圧電変位素子に電圧を印加すると、図6(b)のように導電層71、72に挟まれた圧電体73は矢印91の方向に縮むが、最外層は電界が加わっていないので引きずられるだけで変位形は歪んだ形となる。このように歪んだ変位をすると、変位方向の端面7とバネ板材45(図6)の間の接着力が弱りはがれてしまったり、最外層と内部層との境目の電極ではがれが生じたりする。

【0018】前記積層形圧電変位素子を図7(a)に示すインクジェット記録装置であるカイザータイプの積層形圧電変位素子縦振動型ヘッドに適用した場合、歪のない単一方向へ振動の指向性のある変位を得ることができる。そこで、図7(a)を平面Aで切りZ方向から見た場合の駆動部の拡大図を図7(b)に示し、ノズル開口部44からインク滴が吐出するまでの過程を説明する。

【0019】図7(b)において、ドットを形成すべきノズルプレート44aに形成されたノズル開口部に対向する積層形圧電変位素子41に電圧を印加すると、積層形圧電変位素子41が弾性に富むバネ板材45を変形しながら伸長して、積層形圧電変位素子の対向面に配置した隔壁42と隔壁中のインク43を押し出し、ノズル開

口部からインク滴として吐出させることができる。

#### 【0020】

【発明の効果】以上説明してきたように、圧電材料と導電材料をそれぞれに交互に層状に積層した圧電素子の、内部層より最外層を厚く構成した事により、最外層がガイドとなるので単一方向に指向性のある変位が得られ、切断加工の際に最外層に欠けが入ることが少なく、さらには内部電極と平行に最外層端面にも電極を構成することにより、最外層にも電界が加わるので、低電圧で必要な変位量が得られ、歪の少ない変位が得られるようになった。

【0021】圧電材料と導電材料をそれぞれに交互に層状に積層した圧電素子を、一端を基台に固定し、また他端を自由端としてノズル開口に対応させて配置すると共に、内部層より最外層を厚く構成したことにより、最外層がガイドとなるので単一方向に指向性のある変位が得られ、切断加工の際に最外層に欠けが入ることが少なく、高密度化のために薄く切断することが可能になり、さらには内部電極と平行に最外層端面にも電極を構成することにより、最外層にも電界が加わるので、低電圧で必要な変位量が得られ、歪の少ない変位が得られるようになったので、インクジェット式印字ヘッド内に配置するのに好適な圧電素子列が得られた。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の積層形圧電変位素子の一実施例を示す斜視図。

【図2】図2は、本発明の積層形圧電変位素子の他の実施例を示す斜視図。

【図3】図3は、本発明の積層形圧電変位素子の他の実施例を示す斜視図。

【図4】(a)は、図2の層構造を持つ積層形圧電変位素子ブロックの固定構造の一実施例を示す斜視図。

(b)は、図4(a)の積層形圧電変位素子ブロックを切断した積層形圧電変位素子列とリード部材を示す部分斜視図。

【図5】(a)乃至(b)は、図2の層構造を持つ積層形圧電変位素子の動作の説明図。

【図6】(a)は、従来の積層形圧電変位素子の一実施例を示す斜視図。(b)は、従来の積層形圧電変位素子の動作の説明図。

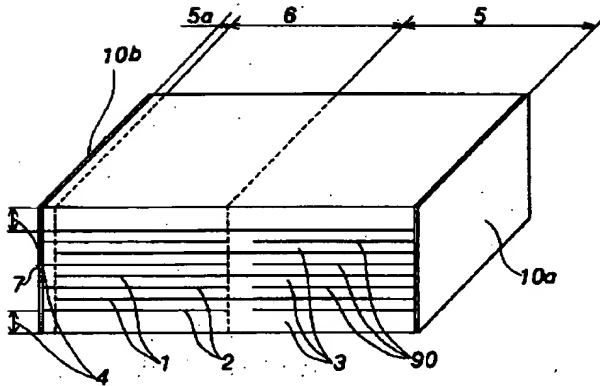
【図7】(a)は、図2の層構造を持つ積層形圧電変位素子を使ったカイザータイプの積層形圧電変位素子縦振動型のインクジェットヘッド部を表した構造図。(b)は、図7(a)のカイザータイプの積層形圧電変位素子縦振動型のインクジェットヘッド構造図を平面Aで切りZ方向から見たときの駆動部拡大図。

#### 【符号の説明】

- 1 . . . . . 一方の電極を構成する導電層
- 2 . . . . . 他方の電極を構成する導電層
- 3 . . . . . 圧電体
- 4 . . . . . 最外層
- 5 . . . . . 不活性部
- 5 a . . . . . 不活性部
- 6 . . . . . 活性部
- 7 . . . . . 変位方向の端面
- 8 . . . . . 基台
- 10 a . . . . . 最外電極
- 10 b . . . . . 最外電極
- 20 . . . . . 積層形圧電変位素子ブロック
- 21 . . . . . 積層形圧電変位素子列
- 31 . . . . . 共通のリード部材
- 32 . . . . . 独立のリード部材
- 41 . . . . . 積層形圧電変位素子
- 42 . . . . . 隔壁
- 43 . . . . . インク
- 44 . . . . . ノズル開口部
- 44 a . . . . . ノズルプレート
- 45 . . . . . パネ板材
- 51 . . . . . 矢印
- 52 . . . . . 矢印
- 61 . . . . . 充電のスイッチ
- 62 . . . . . 放電のスイッチ
- 71 . . . . . 導電層
- 72 . . . . . 導電層
- 73 . . . . . 圧電体
- 74 . . . . . 最外層
- 80 a . . . . . 最外電極
- 80 b . . . . . 最外電極
- 90 . . . . . ダミー電極層

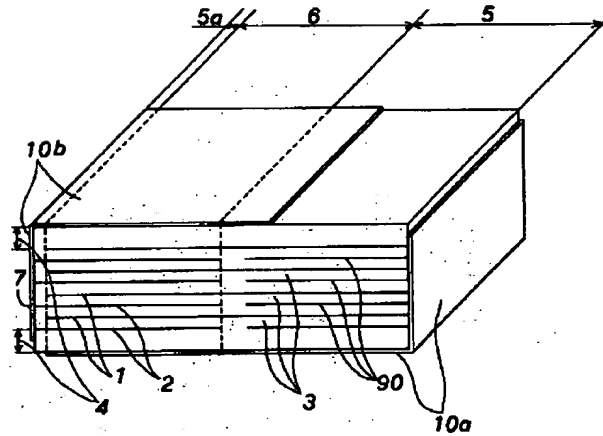
【図1】

- |          |            |
|----------|------------|
| 1: 導電層   | 6: 活性部     |
| 2: 導電層   | 7: 変位力向の端面 |
| 3: 圧電体   | 10a: 最外電極  |
| 4: 最外層   | 10b: 最外電極  |
| 5: 不活性部  | 90: ダミー電極層 |
| 5a: 不活性部 |            |



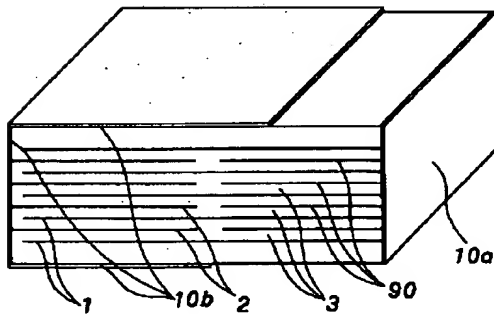
【図2】

- |          |            |
|----------|------------|
| 1: 導電層   | 6: 活性部     |
| 2: 導電層   | 7: 変位力向の端面 |
| 3: 圧電体   | 10a: 最外電極  |
| 4: 最外層   | 10b: 最外電極  |
| 5: 不活性部  | 90: ダミー電極層 |
| 5a: 不活性部 |            |



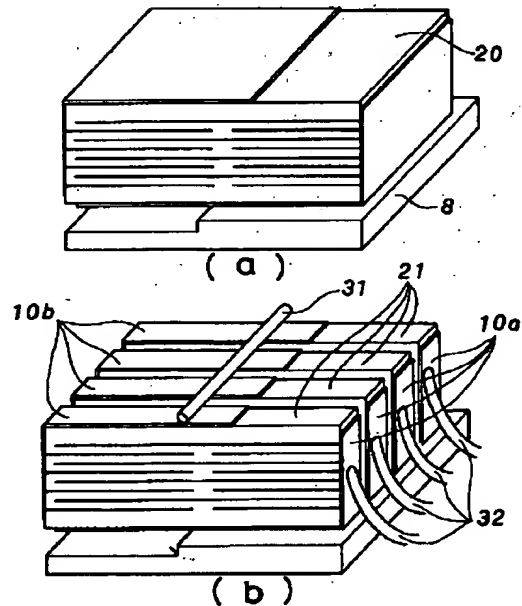
【図3】

- |            |
|------------|
| 1: 導電層     |
| 2: 導電層     |
| 3: 圧電体     |
| 10a: 最外電極  |
| 10b: 最外電極  |
| 90: ダミー電極層 |



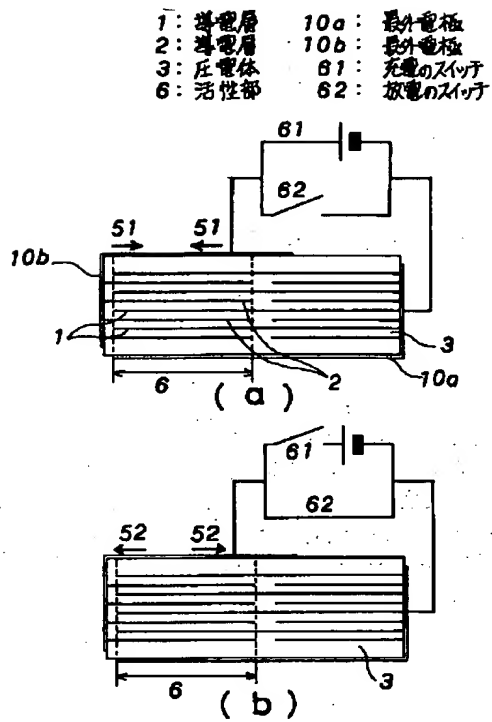
【図4】

- |                |              |
|----------------|--------------|
| 8: 基台          | 21: 積層形圧電素子列 |
| 10a: 最外電極      | 31: 共通のリード部材 |
| 10b: 最外電極      | 32: 独立のリード部材 |
| 20: 積層形圧電変位素子列 |              |

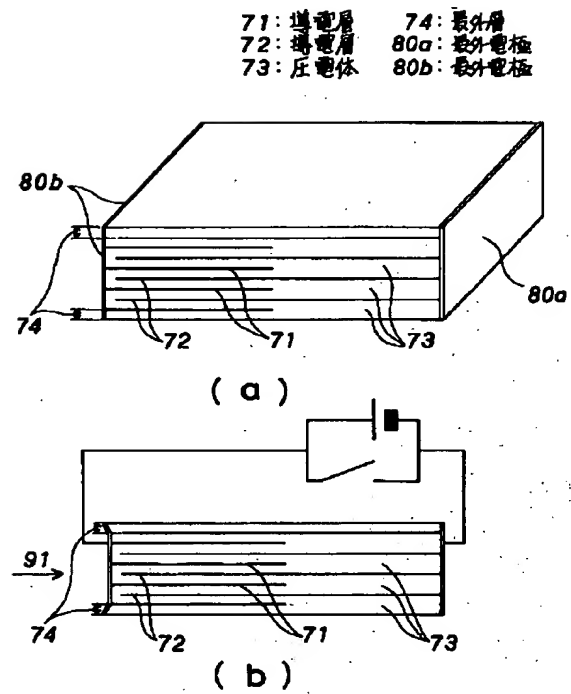




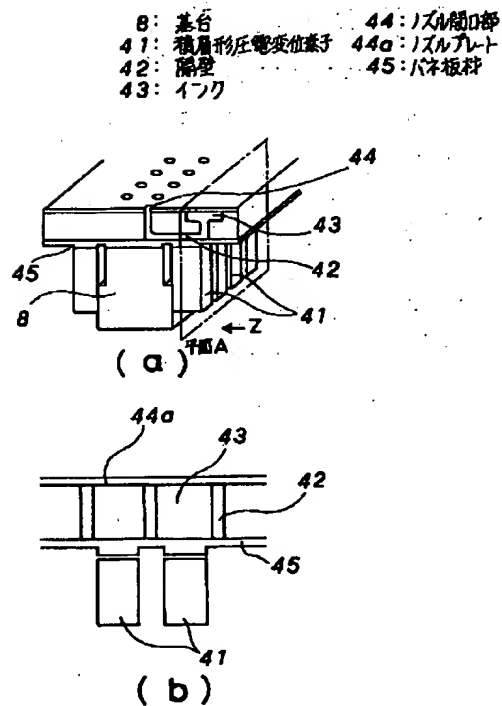
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 金谷 宗秀

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ  
ーエプソン株式会社内